

В качестве распределительного устройства установили навесной учетно-распределительный щиток ЩУР-08-Н-21УЗ, $U_n = 400$ В, $I_n = 100$ А, степень защиты IP21. На вводе устанавливаются два автоматических выключателя ВА57-31 с номинальным током 100 А. На отходящих линиях устанавливаются автоматические выключатели ВА47-29. Щиток оборудован устройством автоматического ввода резерва (АВР). Также в щитке устанавливается электронный счетчик ЦЭ6822 с классом точности 1,0.

Для питания осветительной нагрузки, а также силовых электроприемников использованы модульные распределительные щитки марки ЩРВ и ЩРН. Для питания электроводонагревателей будем использовать модульный учетно-распределительный щиток ЩУРН-3/12.

Для защиты людей от поражения электрическим током, помимо защитного отключения, применили заземление и уравнивание потенциалов. Была использована система заземления TN-C-S – система с глухозаземленной нейтралью, в которой функции нулевого защитного (РЕ) и нулевого рабочего (N) проводников совмещены в одном PEN-проводнике в питающей сети, а затем, на вводе в здание (во ВРУ) разделяются на самостоятельные проводники РЕ и N. Наружное повторное заземление выполнили тремя электродами диаметром 12 мм, длиной 5 м, соединенными между собой полосовой сталью 40x4 мм. Система заземления присоединяется к ВРУ полосовой сталью 40x4 мм. Для компьютерного оборудования выполнена система функционального заземления FE сопротивлением не более 4 Ом.

УДК 621.311

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПОСЕЛКА БЕРЕЗИНСКОЕ

Полоз И.П.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ФАДЕЕВА Г.А.

Молодечненский район расположен в северной части Минской области. Территория района составляет 1,3 тыс. км². На территории района расположено 15 сельскохозяйственных производственных кооперативов (СПК), 5 крупных животноводческих комплексов и 60 крупных молочно-товарных ферм. Промышленность района представлена следующими предприятиями: торфобрикетный завод в пос. Березинское, завод по изготовлению строительных материалов ОАО «Забудова» в пос. Чисть, спиртзавод «Малиновщина», птицефабрика «Олехновичи», картонная фабрика «Раевка», Красненский плодоконсервный завод, кирпичный завод в г.п. Родошковичи, льнозавод в д. Красное, асфальтно-бетонный завод в д. Полочаны и др.

Электроснабжение сельского населенного пункта Березинское предусматривает замену устаревших электрических сетей 6 кВ, построенных более 30 лет назад, на современные сети 10 кВ. При проектировании электрических сетей 10 кВ, получающих питание по воздушной линии № 500 от подстанции 35/10 кВ «Березинское», уделено внимание безопасности прохождения трассы воздушной линии по поселку, что обусловило выбор и применение изолированного провода марки АСИ.

Что касается электрических сетей 0,38 кВ, которые являются наиболее протяженными сетями, как во всей Белорусской энергосистеме в целом, так и в СПК в частности, то большинство данных сетей было ранее выполнено воздушными линиями с неизолированными проводами. Такие линии имеют повышенную повреждаемость и опасность поражения электрическим током при каких-либо аварийных режимах. В поселке Бере-

зинское сооружение сетей производилась около 30 лет назад, т. е. эксплуатационный срок службы линий заканчивается. Было принято решение о замене электрических сетей 0,38 кВ на изолированные самонесущие провода марки СИП, которые все чаще используются в последние годы.

В процессе эксплуатации линий с изолированными проводами наблюдается сокращение эксплуатационных расходов на обход линий до 85 % по сравнению с ВЛ с неизолированными проводами, что подтверждается опытом эксплуатации, также не требуется расчистка трасс и замена изоляции, сокращаются восстановительные работы, снижено гололедообразование. При этом обеспечиваются:

- безопасность работ на линии и вблизи нее;
- снижение потерь напряжения и мощности вследствие малого реактивного сопротивления, а также увеличение пропускной способности на 6,5 % при тех же сечениях проводов;
- снижение неучтенных потерь электроэнергии вследствие трудности несанкционированного подключения к изолированному проводу;
- упрощение монтажа присоединений, которые выполняются при помощи прокалывающего зажима, при этом не нарушаются механические свойства провода и его электрические параметры;
- экономия металлоконструкций и железобетона при техническом перевооружении сетей.

Выбор марки и площади сечения проводов осуществлялся на основании расчетных электрических нагрузок жилых домов, общественных и коммунальных предприятий.

Принято решение о реконструкции одно- и двухтрансформаторных ТП и КТП 10/0,38 кВ поселка, что предусматривает замену высоковольтного и низковольтного оборудования. Во всех ТП (КТП) предусмотрена установка трансформаторов ТМГ номинальной мощностью 63–250 кВА, камеры КСО-394-3-630 УЗ и КСО-394-4р-630 УЗ, выключатели нагрузки ВНР-10/630-163УЗ.

В качестве вводных устройств в здания используются вводно-распределительные устройства типа ВРУ-1, предназначенные для приёма, распределения и учёта электрической энергии в сетях напряжением до 380 В, а также для защиты линий от перегрузок и токов короткого замыкания.

Для потребителей I категории в качестве вводного устройства совместно с ВРУ-1 используются шкафы с АВР, которые служат для учёта активной и реактивной энергии на стороне 0,4 кВ, автоматического включения резерва, приёма и распределения электрической энергии, защиты электроприёмников от перегрузок и токов короткого замыкания.

Чтобы обеспечить нормальную работу сельскохозяйственных потребителей каждой категории надежности, необходимо внедрять различные мероприятия, направленные на повышение надежности электроснабжения. В сельских электрических сетях применяют 2 вида мероприятий: организационно-технические и технические.

Организационно-технические мероприятия не требуют дополнительных капиталовложений, так как увязываются с квалифицированным управлением и рациональной организацией работ эксплуатирующих и обслуживающих организаций. Они включают такие мероприятия:

- повышение требований к трудовой и производственной дисциплине;
- создание условий повышения квалификации персонала.

К ним относятся также рациональная организация, планирование текущих и капитальных ремонтов, профилактических мероприятий и испытания оборудования, а также аварийных работ; заблаговременное создание запасов материалов, оборудования и под-

готовка механизмов для проведения этих работ; подготовка персонала к работе в строгом соответствии с инструкциями и правилами техники безопасности, для чего должен проходить соответствующий инструктаж; развитие информационных систем (диспетчеризация, телемеханизация, радиосвязь, сотовая связь и т. д.).

Технические мероприятия и средства повышения надежности работы электрических сетей требуют дополнительных капиталовложений на развитие схем электроснабжения и реновацию электрооборудования. К таким мероприятиям относят следующие:

– повышение надежности отдельных элементов сетей путем поэтапного вывода из строя устаревших конструкций и оборудования в том числе опор, проводов изоляторов, распределительных устройств и другого линейного и подстанционного оборудования;

– сокращение радиуса распределительных сетей 10 кВ, присоединенных к одному источнику питания, до 15 км, а в перспективе до 7 км, как это принято во многих странах мира. Это позволит резко сократить число повреждений, так как уменьшение длины сетей имеет пропорциональную связь с количеством повреждений;

– широкое использование сетевого резервирования. С внедрением в сельских электрических сетях современных типов выключателей, разъединителей и другого оборудования с более высокими техническими характеристиками позволяет переводить радиальные сети, обеспечивающие одностороннее питание потребителей, в замкнутые режимы работы. Создание участков сети с двухсторонним питанием резко повышает надежность электроснабжения. Особенно это важно для магистральных линий. Две линии, соединенные секционным выключателем, могут работать в нормальном режиме с раздельным питанием. В случае выхода из строя одного источника срабатывает секционный выключатель, и поврежденный участок получает питание от другого источника. В качестве резервного источника может использоваться линия от другой подстанции или другой секции шин двухтрансформаторной подстанции;

– применение самонесущих изолированных проводов, обладающих значительными преимуществами перед воздушными линиями 0,38 кВ, поскольку резко снижается количество междуфазных коротких замыканий и обрывов проводов;

– использование кабельных подземных линий исключает влияние гололеда и сильных ветров, снижает число аварий от атмосферных перенапряжений, что в целом уменьшает в 8–10 раз количество аварийных отключений по сравнению с воздушными линиями;

– автоматизация сельских электрических сетей – одно из наиболее эффективных средств повышения надежности электроснабжения. В эти мероприятия входят: использование автоматического повторного включения (АПВ); автоматическое секционирование; автоматическое включение резерва (АВР); автоматизация контроля не нормальных и аварийных режимов; автоматизация поиска места повреждения; автоматизация регулирования напряжения и др.;

– широкое использование резервных электростанций. Могут задействоваться электроустановки с традиционными (например, дизельные электростанции) и нетрадиционными источниками питания (солнечные, ветровые энергогенераторы).

Наиболее эффективным средством повышения надежности электроснабжения является АВР. Сельские электрические сети 10 кВ работают в разомкнутом режиме, то есть обеспечивают одностороннее питание потребителей. Это позволяет снизить значение токов короткого замыкания, применить более дешевые аппараты, упростить релейную защиту, снизить потери мощности в сетях, облегчить регулирование напряжения. Однако это не обеспечивает требуемый уровень надежности электроснабжения. Этот недостаток разомкнутого режима можно устранить применением устройств АВР. В сетях 10 кВ применяются два типа АВР – сетевое и местное. Сетевое АВР выполняется

для взаиморезервирования двух линий, отходящих от разных подстанций или разных секций шин 10 кВ одной подстанции 35–110/10 кВ, и устанавливается, как правило, вблизи точки поточкораздела. Местное АВР должно выполняться для включения резервного питания ТП 10/0,4 кВ или РП 10 кВ после исчезновения напряжения от основного источника питания.

К устройствам АВР предъявляются следующие требования:

- АВР должно обеспечивать включение резервного источника питания при прекращении электроснабжения от основного источника;
- действие АВР должно быть однократным;
- АВР должно действовать с возможно минимальной выдержкой времени;
- после АВР при включении на устойчивое короткое замыкание должно обеспечиваться быстрое отключение резервного источника;
- в схеме АВР должен быть предусмотрен контроль неисправности цепи включения резервного оборудования.

На линейных выключателях 10 кВ подстанций 35–110/10 кВ, а также сетевых секционирующих выключателях ВЛ 10 кВ должны устанавливаться устройства двукратного АПВ. Допускается установка однократного АПВ в пунктах АВР и автоматического секционирования (АС).

Для обнаружения мест междуфазных коротких замыканий в сетях 10 кВ следует использовать фиксирующие приборы, устанавливаемые на каждой подстанции 35–110/10 кВ или применять приборы переносного типа. Кроме того, у линейных разъединителей рекомендуется устанавливать указатели коротких замыканий (УКЗ). Для отыскания мест однофазных замыканий на землю следует использовать переносные приборы.

На линейных выключателях 10 кВ подстанции 35–110/10 кВ и РП 10 кВ следует предусматривать телеуправление, телесигнализацию и телеизмерения. Сетевые выключатели 10 кВ в пунктах АВР и АС следует оборудовать устройствами телесигнализации и телеуправлением. Средства телемеханики устанавливаются на диспетчерских пунктах РЭС и должны иметь гарантированное электропитание. Аппаратура телемеханики должна иметь возможность передачи информации на верхние уровни диспетчерского управления.

Для достижения максимального эффекта от проведения мероприятий по повышению надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей необходимо использовать комплексный подход. Внедряемые мероприятия должны учитывать конкретные условия, что позволит выбрать оптимальное техническое решение.

Так как внедрение мероприятий повышения надежности электроснабжения требует дополнительных материальных затрат, то выбор технических средств должен быть экономически обоснован путем сравнение возможного ущерба от перерывов электроснабжения с ежегодными затратами на установку и эксплуатацию устройств, сокращающих или устраняющих эти перерывы.

Применительно к рассматриваемым сетям поселка Березинское повысить эффективность функционирования электрической сети возможно с помощью управления коэффициентами трансформации трансформаторов посезонно, применить выравнивание нагрузок фаз трехфазной сети, сократить продолжительности ремонтов элементов электрической сети. Эти мероприятия не требуют дополнительных затрат.

Кроме того, номинальное напряжение электрической сети поселка повышается: 10 кВ вместо 6 кВ, что позволяет снизить потери мощности в $(10/6)^2 = 2,8$ раз. Применение на ВЛ 10 и 0,38 кВ изолированных проводов позволяет повысить пропускную способность сети. Заменяются морально устаревшие трансформаторы 6/0,4 кВ на трансформаторы 10/0,4 кВ, что также создает положительный эффект.